

POWERED BY **Dialog**

Light-modulating liquid crystal material - comprising liquid crystal droplets in birefringent polymer matrix susceptible to electromagnetic field

Patent Assignee: UNIV KENT STATE

Inventors: DOANE J W; WEST J L

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
WO 8909807	A	19891019	WO 89US1446	A	19890407	198944	B
ZA 8902591	A	19891129	ZA 892591	A	19890410	199002	
AU 8935376	A	19891103				199003	
ES 2010916	A	19891201	ES 891254	A	19890411	199006	
CN 1040213	A	19900307				199049	
EP 400098	A	19901205	EP 89905277	A	19890407	199049	
JP 2503963	W	19901115				199101	
US 4994204	A	19910219	US 89324051	A	19890320	199110	
IL 89783	A	19920818	IL 89783	A	19890329	199244	
US 5240636	A	19930831	US 88180215	A	19880411	199336	
			US 88267232	A	19881104		
			US 89324051	A	19890320		
			US 91649375	A	19910131		
			US 92860114	A	19920330		
EP 400098	B1	19940831	EP 89905277	A	19890407	199433	
			WO 89US1446	A	19890407		
DE 68917914	E	19941006	DE 617914	A	19890407	199439	
			EP 89905277	A	19890407		
			WO 89US1446	A	19890407		
EP 400098	A4	19920115	EP 89905277	A	19890000	199520	
JP 2810742	B2	19981015	JP 89505013	A	19890407	199846	
			WO 89US1446	A	19890407		

Priority Applications (Number Kind Date): US 89324051 A (19890320); US 88180215 A (19880411); US 88267232 A (19881104); US 91649375 A (19910131); US 92860114 A (19920330)

Cited Patents: journal ref.; JP 63243165; US 4673255; US 4685771; US 4688900; No-Citns.; 00 1Jnl.Re

Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
--------	------	----------	------	----------	--------------

WO 8909807	A	E	33		
Designated States (National): AU BR DK FI JP KR SU					
Designated States (Regional): AT BE CH DE FR LU NL SE					
EP 400098	A				
Designated States (Regional): DE FR GB IT SE					
US 4994204	A		12		
US 5240636	A		11	C09K-019/00	CIP of application US 88180215
					CIP of application US 88267232
					Div ex application US 89324051
					Cont of application US 91649375
					Div ex patent US 4994204
EP 400098	B1	E	16	C09K-019/38	Based on patent WO 8909807
Designated States (Regional): DE FR GB IT SE					
DE 68917914	E			C09K-019/38	Based on patent EP 400098
					Based on patent WO 8909807
JP 2810742	B2		10	C09K-019/54	Previous Publ. patent JP 2503963
					Based on patent WO 8909807
IL 89783	A			C09K-019/52	

Abstract:

WO 8909807 A

Light modulating liquid crystal material comprises microdroplets of liquid crystal (16) dispersed in birefringent, light transmissive matrix (14). The refractive indices (ne, no, ne', no') of the microdroplets and the matrix are matched for all direction of incident light so that the material is transparent and hazefree in one of a field-ON state or a field-OFF state and mismatched so' that the material is opaque in the other of the field-ON state or field-OFF state.

USE/ADVANTAGE - Material is intended for use in windows, light shutters, and displays. The liquid crystal material either exhibits positive or negative dielectric anisotropy, i.e., they become transparent or opaque in an electric or magnetic field. In the transparent state, the ordinary and extraordinary refractive indices of the liquid crystal material constituting the microdroplets dispersed in the matrix are matched to the corresponding indices of the matric material so that the composite material is essentially haze-free and transparent at all viewing angles.

Dwg.1/3

EP 400098 B

A light modulating liquid crystal material comprising microdroplets of a liquid crystal phase dispersed in a light transmissive polymer matrix, characterised in that the polymer matrix is birefringent, the effective indices of refraction of the liquid crystal phase and the polymer matrix are matched for all directions of incident light so that the material is transparent and haze-free in one of a field-ON state or a field-OFF state, and the effective indices of refraction are mismatched for all direction of incident light so that the material is opaque in the other of the field-ON state or field-OFF state.

Dwg.1/3

US 5240636 A

Making a light modulating liq. crystal material having the characteristics of displaying haze-free transparency for all directions of incident light comprising forming a liq. crystal phase interspersed with a birefringent, light transmissive polymeric phase, the liq. crystal phase and polymer phase having matched ordinary and extraordinary indices of refraction and aligning the optical axis of the polymer phase relative to a surface of the material.

Haze-free transparency is obtd. by aligning the optical axis of the liq. crystal phase parallel to the optical axis of the polymer phase, and the material is rendered opaque by mismatching the effective refractive indices of the liq. crystal phase and polymer phase.

USE/ADVANTAGE - Haze-free transparency is obtd. by aligning the optical axis of the liq. crystal phase parallel to the optical axis of the polymer phase.

Dwg.1a/3

US 4994204 A

Light-modulating liq. crystal material comprises a liq. crystal phase interspersed with a birefringence light-transmissive polymer, whose indices of refraction are matched for all directions of incident light so that it is transparent and haze free in field-ON state or field-OFF state.

Indices of refraction are mismatched for all directions of incident light, so that the material is opaque in the other state.

USE - In prodn. of electrooptic light shutters. (12pp)

Derwent World Patents Index

© 2004 Derwent Information Ltd. All rights reserved.

Dialog® File Number 351 Accession Number 8059104

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2810742号

(45) 発行日 平成10年(1998)10月15日

(24) 登録日 平成10年(1998) 7月31日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

C 0 9 K 19/54

C 0 9 K 19/54

Z

G 0 2 F 1/1333

G 0 2 F 1/1333

請求項の数18(全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平1-505013

(86) (22) 出願日 平成1年(1989)4月7日

(65) 公表番号 特表平2-503963

(43) 公表日 平成2年(1990)11月15日

(86) 国際出願番号 PCT/US 89/01446

(87) 国際公開番号 WO 89/09807

(87) 国際公開日 平成1年(1989)10月19日

審査請求日 平成8年(1996)4月5日

(31) 優先権主張番号 180, 215

(32) 優先日 1988年4月11日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 267, 232

(32) 優先日 1988年11月4日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 999999999

ケント ステート ユニバーシティ
アメリカ合衆国, オハイオ 44242, ケ
ント, イースト メイン アンド リン
カーン ストリート (番地なし)

(72) 発明者 ドウン, ジョセフ ダブリュ.

アメリカ合衆国, オハイオ 44240, ケ
ント, サウス リンカーン ストリート
1618

(72) 発明者 ウェスト, ジョン エル.

アメリカ合衆国, オハイオ 44262, マ
ンロー フォールス, ノース メイン
ストリート 164

(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外2名)

審査官 渡辺 陽子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複屈折重合マトリックス中に分散した液晶微細液滴を含む光変調物質

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複屈折光透過性の固体マトリックス中に液晶の微細液滴が分散している光変調性液晶材料であって、前記微細液滴の有効屈折率と前記固体マトリックスの有効屈折率とが、場がオン状態又は場がオフ状態の一方においては前記材料が透明で曇りのないように入射光のどの方向に対しても調和されており、且つ前記微細液滴の有効屈折率と前記固体マトリックスの有効屈折率とが、前記オン状態又はオフ状態の他方においては前記材料が不透明であるように調和されていない光変調性液晶材料。

【請求項2】 前記微細液滴が前記固体マトリックスの通常屈折率及び異常屈折率にそれぞれ調和された通常屈折率及び異常屈折率を有し、そして前記微細液滴の光学軸と前記固体マトリックスの光学軸とが平行である場合に

2

は透明で曇りがなく、且つ前記微細液滴の光学軸と前記固体マトリックスの光学軸とが平行でない場合には不透明である、請求の範囲1に記載の液晶材料。

【請求項3】 前記微細液滴又は前記固体マトリックスの少なくとも一方が液晶ポリマーである、請求の範囲1又は2に記載の液晶材料。

【請求項4】 前記ポリマーが液晶性側基を含む、請求の範囲3に記載の液晶材料。

【請求項5】 前記微細液滴が低分子量液晶を含み、且つ前記固体マトリックスが液晶性側基含有ポリマーである、請求の範囲1に記載の液晶材料。

【請求項6】 前記固体マトリックスが液晶性側基含有エポキシポリマーを含む、請求の範囲5に記載の液晶材料。

【請求項7】 前記液晶性側基がシアノビフェニルを含

む、請求の範囲5又は6に記載の液晶材料。

【請求項8】前記低分子量液晶が周波数依存性の誘電率異方性を示す、請求の範囲5又は6に記載の液晶材料。

【請求項9】第一の液晶によって形成された複屈折光透過性の固体マトリックス中に第二の液晶の微細液滴が分散している光変調性液晶材料であって、前記液晶の一方が、前記材料の表面に対して配向された液晶性側基の光学軸を有する液晶性側基ポリマーであり、前記液晶の他方が低分子量のものであり、そして前記固体マトリックスの通常屈折率及び異常屈折率とそれぞれ調和されており、よって前記微細液滴の光学軸と前記固体マトリックスの光学軸とが平行である場合にはすべての視角において透明で曇りがなく、且つ前記微細液滴の有効屈折率と前記固体マトリックスの有効屈折率とが調和していない場合には不透明である光変調性液晶材料。

【請求項10】前記固体マトリックスが液晶性側基ポリマーによって形成されており、且つ前記微細液滴が低分子量液晶によって形成されている、請求の範囲9に記載の液晶材料。

【請求項11】前記液晶性側基が、それ自体と同一の他の部分と架橋できる不安定な部分を含む、請求の範囲10に記載の液晶材料。

【請求項12】前記部分が架橋されて前記液晶性側基が永久的に配向されている、請求の範囲11に記載の液晶材料。

【請求項13】光透過性の液晶性側基含有高分子合成樹脂固体マトリックス中に負誘電率異方性を示す液晶の微細液滴が分散しているフェールセーフ型光変調性液晶材料であって、前記微細液滴の通常屈折率及び異常屈折率と前記固体マトリックスの通常屈折率及び異常屈折率とがそれぞれ調和されており、前記液晶性側基が正誘電率異方性を示し、そして前記固体マトリックスの光学軸及び前記微細液滴の光学軸が前記材料の視表面に対して垂直であり、よって場が印加されていない場合には透明であり、且つ場が印加されている場合には不透明であるフェールセーフ型光変調性液晶材料。

【請求項14】低分子量液晶の微細液滴が分散している相を光透過性の液晶性高分子合成樹脂固体マトリックス中に含むフェールセーフ型光変調性液晶材料であって、前記微細液滴の通常屈折率及び異常屈折率と前記固体マトリックスの通常屈折率及び異常屈折率とがそれぞれ調和されており、前記微細液滴の光学軸と前記固体マトリックスの光学軸は入射光の視角に対して斜めの方向において平行に配向されており、そして前記微細液滴が印加場に応答すると前記微細液滴の光学軸と前記材料の光学軸の配合がずれ、よってオン状態において不透明となるフェールセーフ型光変調性液晶材料。

【請求項15】入射光のどの方向に対しても曇りのない透明性を示す特性を有する光変調性液晶材料の製造方法であって、複屈折光透過性高分子マトリックス中に液晶

の微細液滴が分散している相を形成する工程と、前記マトリックスの光学軸を前記材料の表面に対して配向させる工程とを含み、前記微細液滴と前記マトリックスは調和された通常屈折率及び異常屈折率を有し、よって前記微細液滴の光学軸を前記マトリックスの光学軸に平行に配向させることにより曇りのない透明性が得られ、且つ前記微細液滴の有効屈折率と前記マトリックスの有効屈折率とを調和させないことにより前記材料が不透明にされる光変調性液晶材料の製造方法。

【請求項16】前記マトリックスの光学軸の配向工程を、前記に材料に磁場又は電場を印加する方法で行う、請求の範囲15に記載の方法。

【請求項17】前記マトリックスの光学軸の配向を、前記磁場又は電場を除去した場合にも維持されるように固定化する工程を含む、請求の範囲16に記載の方法。

【請求項18】前記固定化工程を、前記高分子マトリックスを架橋する方法で行う、請求の範囲17に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

本発明の背景

1.技術分野

本発明は、液晶光変調物質および、より詳細には、複屈折、光透過合成樹脂マトリックス中に分散した液晶微細液滴を含む光変調物質に関する。

2.関連技術の記述

光透過、合成樹脂物質中の液晶微細液滴の相分離分散体として製造される光変調物質に関する利点は、米国特許第4,671,618号、第4,673,255号、第4,685,771号および第4,688,900号、参照により取り入れられる開示で議論されている。かような物質は、ポリマー分散液晶(PDLC)物質として言及される。

相分離法は、重合(PIPS)、熱誘導(TIPS)、または溶剤蒸発(SIPS)により実行することができる。米国特許第4,685,771号および第4,688,900号に開示される如く、エポキシ樹脂が、これらの技術に有用である。PIPSに対しては、液晶および硬化していないエポキシを含有するマトリックス提供組成物が、例えば、脂肪アミンの如き硬化剤の添加により、または紫外光により重合して熱重合エポキシ樹脂中の液晶の微細液滴を与える。TIPSに対しては、液晶および熱可塑性挙動を示すようにモノアルキルアミンの如き非架橋硬化剤による硬化により改質されたエポキシ樹脂を含有するマトリックス提供組成物が、加熱され次に冷却されて熱可塑性重合エポキシ樹脂中の液晶の微細液滴を与える。相分離技術により製造される電氣的にアドレス可能な光変調物質は、正誘電率異方性を示す液晶を使用した。かような物質は、適用電場のない所で入射光に対して不透明であり、場のある所で入射光に対して透過される。

機械的取込み技術は、正誘電率異方性(米国特許第4,435,047号)および負誘電率異方性(仏国特許第2,139,5

37号)のいずれをも示す液晶を使用する装置の製造に使われた。負誘電率異方性液晶を使う装置は、オフ状態で十分に透明であり、オン状態で適用された電圧の関数として不透明度を増す。光透過樹脂マトリックス中で液晶の微細液滴を有する光変調物質製造の種々の技術は、かような物質を含むディスプレイ、窓等が、見ることができるまたは透明にされる所望の視角を達成するためにマトリックスの屈折率に対する微細液滴の有効屈折率を合わせるおよび合せない技術により伴われることができる。例えば、正誘電率異方性を示す液晶でつくられるPD

LC物質の場合において、普通の屈折率は、典型的に場がオンの像体のとき、微細液滴の屈折の光学軸が、場に対して平行に整列され、視表面に対して垂直であるので、ディスプレイまたは窓が可視または透明に見えるようにマトリックスの屈折率に対して合わされる。場がオフの状態のとき、入射光が、散乱され、ディスプレイまたは窓が、不透明に見えるように光学軸が、整列されないまたはランダムに配向される。

液晶の通常の屈折率が、マトリックスの屈折率に合わせられる前記の如き窓やディスプレイにおいて、装置は、たいいてい視表面に対して垂直である場の方向に直接に見られるとき、最も透明(場がオン状態)に見える。透明度は、本質的に不透明の現象が、十分な傾斜角で検出されるまで、傾斜角の増加で、“曇り度”を増加させて減少する。曇り度のこの条件は、垂直から視角が大きくなればなるほど液晶微細液滴の異常な屈折率およびマトリックスの屈折率間の感知される不適当な組合せは大きくなるという事実から起こる。

本質的にすべての視角で曇りのないおよび透明である記述されたタイプの液晶、光変調物質を製造することが可能であることが今や発見された。このことは、マトリックスとして固体の複屈折物質を使用し、微細液滴の通常および異常屈折率をマトリックスの通常および異常屈折率に一致させることにより達成される。微細液滴およびマトリックスの光学軸が、整列されまたは平行であるとき、物質は透明であり、視角を考えないで感知される率の不適当な組合せはない。曇りのない視角は、視表面に対する垂直から $\pm 90^\circ$ である。表面反射のために、かようなことが基板内外表面で起こり、実際の十分な視野は約 $\pm 60^\circ$ である。

新物質は、場がオン状態で透明であり、場がオフ状態で不透明であるように通常の方法で操作することができる。代わりとして、新物質は、物質が、場のない所で透明であり、場がオン状態で不透明である如き逆または

“フェールセーフ”モードで操作するためにつくることができる。

発明の開示

本発明は、複屈折光透過性の固体マトリックス中に液晶の微細液滴が分散している光変調性液晶材料であって、前記微細液滴の有効屈折率と前記固体マトリックス

の有効屈折率とが、場がオン状態又は場がオフ状態の一方においては前記材料が透明で曇りのないように入射光のどの方向に対しても調和されており、且つ前記微細液滴の有効屈折率と前記固体マトリックスの有効屈折率とが、前記オン状態又はオフ状態の他方においては前記材料が不透明であるように調和されていない新規な光変調性液晶材料(PDLC材料)を内蔵した光変調性液晶装置に関するものである。記述されるべき本発明の一つの特別な具体例において微細液滴の液晶またはマトリックスのいずれかが、液晶ポリマーである。

本発明のより具体的な実施態様の一つは、材料の表面に対して配向(整列)された光学軸を有する光透過性の液晶高分子固体マトリックス中に低分子量液晶の微細液滴が分散している材料であって、前記微細液滴の通常屈折率及び異常屈折率と前記固体マトリックスの通常屈折率及び異常屈折率とがそれぞれ調和されており、前記微細液滴の光学軸が前記固体マトリックスの光学軸に平行に配向された場合には入射光のどの方向に対しても透明で曇りがなく、且つ前記微細液滴の有効屈折率と前記固体マトリックスの有効屈折率とが調和しない場合には不透明であるそのような材料を内蔵した光変調性液晶装置に関するものである。特に好まれるマトリックスは、液晶側基ポリマーである。

本発明の別の態様によると、入射光のどの方向に対しても曇りのない透明性を示す特性を有する光変調性液晶材料の製造方法であって、複屈折光透過性高分子固体マトリックス中に液晶の微細液滴が分散している相を形成する工程と、前記固体マトリックスの光学軸を前記材料の表面に対して配向させる工程とを含み、前記微細液滴と前記固体マトリックスは調和された通常屈折率及び異常屈折率を有し、よって前記微細液滴の光学軸を前記固体マトリックスの光学軸に平行に配向させることにより曇りのない透明性が得られ、且つ前記微細液滴の有効屈折率と前記固体マトリックスの有効屈折率とを調和させないことにより前記材料が不透明される光変調性液晶材料の製造方法が提供される。好ましい実施態様の一つとして、メソゲン基(中間相形成性)単位が正誘電率異方性を示す液晶高分子固体マトリックス中に低分子量液晶の微細液滴が分散している相を形成させる工程を含み、その際、その固体マトリックスと微細液滴の液晶を通常屈折率及び異常屈折率が調和するように選定する方法がある。

従来の技術により認識されるように、一軸結晶の異常屈折率 n_e は、電気ベクトルが光学軸に対して平行である直線偏光波について観察される。かように、新PDLC材料の複屈折マトリックスおよび液晶微細液滴の光学軸は、それぞれ異常屈折率に関して同じ方向にあることが理解されるだろう。複屈折マトリックスおよび微細液滴の通常屈折率に関する方向は、それぞれの光学軸に対して垂直に振動する電気ベクトルにより設定されるということ

好ましいマトリックスは、エポキシ、またはポリ（ビニルブチラール）、ポリ（酢酸ビニル）、ポリ（ビニルホルマール）、ポリカーボネート、ポリ（ビニルメチルケトン）、ポリ（アクリル酸メチル）、ポリ（メタクリル酸シクロヘキシル）、ポリ（メタクリル酸イソブチル）およびポリ（メタクリル酸メチル）およびその同等物の如き改質熱可塑性タイプの液晶側基合成ポリマーを含む。液晶側基は、好ましくはシアノビフェニルを含む。シアノビフェニル部分は、好ましくはメソゲン基部分を普通の方法に整列させるために十分な長さの軟質ア

本発明の新しいPDLC物質は、また物質が、オフ状態で透明であり、オン状態で不透明であるように、逆またはフェールセーフモードで操作するように製造することができる。新しい逆モード操作物質の1つの例において、液晶微細液滴は、前記いずれかの技術により、複屈折光透過性固体マトリックス、好ましくは液晶高分子固体マ

トリックス中に分散した相である。本発明の他の例において、微細液滴の通常および異常屈折率は、それぞれマトリックスのそれらに調和される。物質が製造された後に、反対方向のせん断力は、視表面に対して不透明にマトリックスの光学軸を整列させるために適用される。せん断応力は、また微細液滴を伸ばしてマトリックスの光学軸に対してそれらの光学軸を平行に整列させるのにも使われる。微細液滴およびマトリックスの有効屈折率は、かようにオフ状態で物質が、全方向の入射光に対して透明で曇りがないように調和される。物質が、光シャッター装置に取り入れられ、場が視表面に対して垂直に適用されるとき、微細液滴は、微細液滴がそれぞれ正または負異方性を有するかどうかにかかわらず、場に対して平行または垂直のいずれかに整列するだろう。いずれの場合においても、この場によって、微細液滴の有効屈折率は固体マトリックスの有効屈折率に対して調和しなくなり、材料は光散乱性又は不透明になる。

逆またはフェールセーフモード操作物質の他の例は、2極性構造で負誘電率異方性を有する液晶微細液滴で製造される。液晶微細液滴は、複屈折マトリックス、好ましくはメソゲン基単位が正異方性を有する液晶ポリマーマトリックス中で分散された相である。マトリックスの光学軸は、交流場の適用によるその形成の間に整列せられる。2極性液晶微細液滴は、自然に微細液滴およびマトリックスの光学軸が、物質の視表面に対して垂直であるようにマトリックスに関して整列する。微細液滴の通常および異常屈折率は、それぞれマトリックスのそれらに合わされるので、生成物質はオフ状態で全方向の入射光に対して透明で曇りがない。オン状態で、負誘電率異方性液晶微細液滴は、場に垂直な方向で整列により電場に応答し、よって全視角に対してマトリックスおよび微細液滴間の屈折率を合わなくされせる。微細液滴に対して負誘電率異方性を示す低分子量液晶を用いた逆モード物質は、SIPS、TIPSまたは相分離のPIPS法のいずれかにより製造することができ、ポリマーマトリックスの液晶性側基は交流場により物質の視表面に対して垂直に整列した。

本発明により製造される十分な視野のPDLC物質または装置で使われる低分子量液晶は、誘電率異方性をさらされる周波数の関数として正から負にスイッチする型のものである。例として、このタイプの液晶は高周波数で負誘電率異方性を、および低周波数で正異方性を示す。同様に、重合液晶は、周波数の値に依存して、誘電率異方性の符号を変えるタイプのものである。

微細液滴にいわゆる交錯周波数液晶を使用することによって、コントラストが増強され且つ固体マトリックスの液晶性側基に対して液晶微細液滴がさらに容易に配向される窓や装置を製造することができる。これは、ある特定の周波数において固体マトリックスの液晶成分をある方向に配向させると同時に、その同じ周波数において

微細液滴の液晶成分を前記方向に対して垂直な方向に配向させることができるからである。

本発明の他の特徴、利点およびより十分な理解は、本発明および添付図面の最良の方式の以下の記述からのそれらの熟練技術で現れるだろう。

図面の簡単な説明

第1図(A)および第1図(B)は、それぞれオンおよびオフ状態における光シャッター装置の断片的な断面概念図であって、装置は、液晶重合マトリックス中に含まれる液晶のいくつかの代表的液滴が描写された本発明の光変調物質のシートを含む。

第2図(A)は、異なる方向の入射光に対する第1図(A)の装置の透明度を測定するための装置の概念図である。

第2図(B)は、光学的に等方性のポリマーでつくられた透明状態にあるPDLCシャッター装置の同様なグラフと比較した透明状態にある本発明によりつくられるPDLC光シャッター装置に対する光透過率対入射角のグラフである。

第3図(A)および第3図(B)は、せん断応力により、液滴およびマトリックスの光学軸が、不透明に整列される、逆モードまたはフェールセーフ光シャッター装置を描写しており、装置は、それぞれオフおよびオン状態で示されている。

本発明を実行するための最上のモード

第1図は、本発明の液晶PDLC光変調物質が、場がオン状態のとき、物質が、等方性光学特性を有する通常の熱硬化性および熱可塑性合成樹脂で製造されるPDLC物質と比較して全方向の入射光に対して透明であり、従って曇りがないように製造することができる方法を説明している。等方性ポリマーからつくられる公知のPDLC物質の視野はオン状態のとき、広い視角で屈折率の合わないことが避けられないことにより制限される。このことは、液晶の異常な屈折率が、たいていオン状態のときに、透明性を達成するために物質の表面に対して垂直に整列することによる。視角が垂直方向から広くなるにつれ、固体マトリックスの屈折率と液晶微細液滴の異常屈折率との間の知覚できる不調和がより大きくなる。液晶重合樹脂の如き複屈折光透過マトリックスを用いる本発明のPDLC物質の十分な視野は、液晶液滴に対する固体マトリックスが、液滴の有効屈折率が、全方向の入射光に対してマトリックスのそれに合わせることができるようになるようにそれ自体、液滴と同じ光学特性を有する液晶であるという事実によるのであり、よって全方向において光散乱または曇りがない。マトリックスおよび微細液滴の有効屈折率は、液滴の通常および異常屈折率が、それぞれ固体マトリックスの通常および異常屈折率に合わされるとき、全方向の入射光に対して合わされ、および液滴の光学軸は、マトリックスの光学軸に平行に整列される。

第1図(A)において、本発明の新しい曇りのないPD

LC物質を含む光変調シャッター装置は、一般に参照数字10で指示される。装置10は、ガラスまたはプラスチック基板11および液晶の微細液滴16分散相を含む複屈折重合マトリックス14の組を含む。ガラス基板11の内表面は、電圧Vの電力源につながれた透明導電性電極コーティング12を有する。本発明の好まれる例と一致して、マトリックス14は、正誘電率異方性を有するペンダント液晶側基を持つポリマーである。微細液滴16の通常屈折率 n_o 、および異常屈折率 n_e はそれぞれ複屈折マトリックス14の通常屈折率 n_o' 、および異常屈折率 n_e' に合わせられる。

また第1図(A)に示されるように、それぞれの異常屈折率と同じ方向にあると理解されるであろうマトリックス14および微細液滴16の光学軸は、平行に整列される。微細液滴の光学軸は、ポリマー樹脂マトリックスの光学軸に平行であり、微細液滴およびマトリックスの通常および異常屈折率はそれぞれ合わされるので、微細液滴の有効屈折率は、全方向においてマトリックスのそれに合わせられる。従って、第1図(A)のオン状態において、装置10は、基板11の内外表面からの表面反射以外の全方向の入射光に対して非散乱性で透過性である。

微細液滴の屈折率を、側鎖ポリマーマトリックス14の液晶ペンダントに対して、または微細液滴16の低分子量液晶に対して同様な物質を選ぶことによりマトリックスのそれらと合わせることが可能である。シアノビフェニル物質は、大きな正誘電率異方性が所望のとき、好まれる。微細液滴およびマトリックスの光学軸を装置10の製造の間、電場または磁場の適用により整列させることが可能である。例えば、マトリックス14が、正誘電率異方性を有する液晶側基を持つポリマーであるとき、ポリマー液晶が高温でネマチック相で存在する間、側基の光学軸は、導電性電極12に適当な強度の交流電圧を適用することにより装置10の視表面に対して垂直に整列されることができる。マトリックスのホメオトロピック(homeotropic)整列は、公知の方法で基板12の表面を処理することにより、または整列されたポリマー液晶のガラス転移温度以下での装置10の冷却および操作により、および/またはポリマーの架橋により交流電圧の除去後、持続させることができる。

架橋は、ポリマーの側基に、紫外線放射、熱放射、フリーラジカル重合または類似事項による、それ自身に似た他の部分で架橋に付する不安定部分、特に二重結合を有するものを提供することにより達成することができる。

第1図(A)における装置10の光シャータリングの能力は、電源が、第1図(B)に示される液滴分子配列を生じるように切られるときに証明される。第1図(B)に示される装置10'において、マトリックス14は、オフ状態でも変化しないその有効屈折率で整列されたままである。微細液滴16'のネマチックディレクタ分子配列は、変えられ、よってマトリックスの有効屈折率と合わ

ないように有効屈折率を変える。この不適合は、全方向の入射光において光散乱の原因となる。微細液滴16'のディレクタ分子配列は、半径方向として第1図(B)に示されているが、分子配列は、また有効屈折率を変えるいずれの他のタイプであってもよいということが理解されるだろう。例えば、もし微細液滴が形で球でなければ、生じる分子配列の光学軸の配向は、装置が、場がオフ状態にスイッチされるとき、変えることができ、よって微細液滴の有効屈折率が、マトリックスのそれと不適合である原因となる。

今第2図(A)を参照すれば、集成装置は、入射光の異なる方向に対して、装置10の如きPDL光シャッター装置の透明度を測定するために示されている。レーザー15は、装置10を通して、光透過度の百分率を測定する結晶器16にビームを通すために取付けられる。装置10は、レーザービーム中で、異なる角度シートで配向することができるようにマウントされる。入射角 θ は、装置10の表面に垂直な方向から測定される。

第2図(B)は、透過度T対入射角 θ のグラフである。透過率百分率は、サンプルが、垂直入射から示される角度数回回転されたとき、測定された。曲線(a)は液晶側基エポキシに率を合わせられる本発明によりつくられたPDL物質に対してである。曲線(b)は、例えば、米国特許第4,671,618号、第4,673,255号、第4,685,771号および第4,688,900号に開示の如き光学的に等方性エポキシでつくられたPDL物質に対してである。ダッシュおよび点線は比較を容易にするために使われる。曲線(b)は、光学的に等方性マトリックスを有する物質を通る光透過百分率が、垂直入射からいずれの側でもわずかの角度で急激に落ちるということを示している。複屈折マトリックスでつくられた曲線(a)の本発明の物質では、光透過率は、ガラス基板の内外表面からの反射により垂直から約 $\pm 60^\circ$ で急激に落ち始める。万一、かような反射がなければ、曲線(a)は、本質的に垂直入射から $\pm 90^\circ$ の角度まで光透過率はなんら変化を示さないであろう。

逆モードまたはフェールセーフ光変調シャッター装置は第3図に説明されている。本発明の新しい曇りのないPDL物質を含む光変調シャッターの場がオフまたは透明状態は、一般に参照番号20の第3図(A)に示されている。装置20は、透明電極22でコーティングされた1組のガラスまたはプラスチック基板21および液晶の分散微細液滴26を含む複屈折ポリマーマトリックス24を含む。本発明の好まれる例と一致して、マトリックス24は、矢印23, 23'により示される如きせん断応力の適用により基板21の表面の垂直方向に関して不透明な方向に整列させられる。せん断行為は、また液晶微細液滴26を伸ばし、整列させる。微細液滴26の通常屈折率 n_o 、および異常屈折率 n_e は、それぞれ複屈折マトリックス24の通常屈折率 n_o' および異常屈折率 n_e' に合わせられる。第3図

(A)にまた示されるように、マトリックス24および微細液滴26の光学軸は平行に整列される。微細液滴の光学軸は、ポリマー樹脂マトリックスの光学軸に平行であり、微細液滴およびマトリックスの通常および異常屈折率は、それぞれ合わされるので、微細液滴の有効屈折率は、全方向において、マトリックスのそれに合わされる。従って、第3図(A)のオフ状態で、装置20は、ガラスまたはプラスチック基質21の外側および内側からの表面反射を除いて、全方向の入射光に対して非散乱性および透過性である。

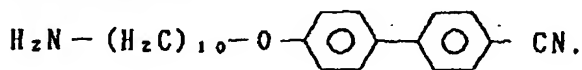
液滴が、参照番号26による第3図(A)に示される如き2極性分子配列であるとき、微細液滴の光学軸をマトリックスのそれとせん断行為により整列させることが可能であるが、分子配列は、基板のせん断行為が、液滴の有効屈折率とマトリックスのそれを全方向の入射光に対して適合させるいずれの他のタイプであってもよいということが理解される。

物質は、2極性タイプ液滴の光学軸が、自然に、基板にせん断応力を適用することなしにポリマーマトリックスのローカルな光学軸とローカルに整列させることができるということがまた理解される。かような状況において、液滴の有効屈折率は、結果として生じた物質が、垂直光入射に関して光学軸の整列の方向に関係のない全視角に対して透明であるように、全方向の入射光に対して複屈折ポリマーマトリックスの有効屈折率に合わされるだろう。

第3図(A)における装置20の光シャッターリング能力は、電圧Vの電源が、第3図(B)に示される液滴分子配列26'を生じる透明導電性電極22に接続されたとき、証明される。第3図(B)に示される装置20'において、マトリックス24は、オン状態でその有効屈折率を変えないで配向を固定して残っている。微細液滴26'のネマチックディレクタ分子配列は、それらの光学軸を場に平行に整列させることにより変えられ、よってマトリックスの有効屈折率と適合しないように有効屈折率を変える。この不適合は、全方向の入射光において光散乱の原因となる。

例1

液晶エポキシポリマーを、未硬化エポキシ(MK-107, Wilmington Chemicalsから入手できる)を次式を有するメソゲン基エーテル結合硬化剤BP-10と当量比1:1の混合により製造した。



混合物を、硬化剤の融点(110°C)以上に加熱し、約1分の混合の後、きれいな均一溶液を形成した。溶液は、次に約90°Cの温度で約48時間硬化された。硬化エポキシ液晶ポリマーを、次に低分子量液晶(E-7, EM Chemicalsから入手できる)と1:1の重量比で混合し、クロ

ロホルム中に溶解(約85重量%クロロホルム)させた。溶液を、渦型混合器中で数分混合し、次にインジウム錫酸化物導電性電極を含んだガラス基板上の26μmスペーサー上に一様な層でビベットで移した。溶剤を、次に生成物質が不透明に変わるまで蒸発させ、すべての残留溶剤を、約125°Cで5分ホットプレート上で加熱することにより追い払った。予熱した導電性電極を含むガラス基質を、次に混合物の上に置いて、サンドイッチを形成し、サンプルを、約5分間にわたって室温まで冷却した。サンプルは外観上半透明の白色であった。60Hzで85Vの交流電圧の導電性電極への適用は、サンプルを数分後にきれいな透明に変えた。コンスコープで見る偏光顕微鏡の使用は、ポリマー液晶および分散液晶液滴が、適用電圧下でホメオトロピックに整列していることを示した。電圧の除去は、1秒以下の時間でサンプルを不透明白色に変えた。交流電圧の再適用は、1秒以下の時間でサンプルをきれいに変えた。85Vの電位の適用の間、サンプルは、不透明視角に対してさききれいで曇りのないままであった。透明状態でのサンプルを通る光透過度の角度依存性を、レーザービーム中の配向が変えられるとき、サンプルを通る透過光の総量が測定される検出器へのサンプルを通るヘリウム/ネオンレーザーからの光を直接あてることにより測定した。レーザービームの方向およびガラス基板の垂線との成す角は、ガラス基板表面からの反射以外透過度の減少がまったくなく、垂線から85°の入射の範囲内で変化した(結果は第2図に示される)。

例2

液晶エポキシポリマーを、エポキシおよびエーテル結合アミン硬化剤の当量混合により製造した。組合わせた混合物に、低分子量液晶を、1:1の重量比で添加し、生成混合物を、約110°Cの温度まで加熱したインジウム錫酸化物のコーティングガラス基板上に置き、そこで均一な溶液を形成した。約2分の混合後、数個の26μmスペーサーを、溶液上に軽く打ち、予熱したインジウム錫酸化物コーティングガラス基板をサンプル上に取付けた。サンプルは、90°Cで48時間硬化させた。サンプルは、次に室温まで約30分かけてゆっくり冷却した。直径約3-5μmの大きなネマチック液滴が、偏光顕微鏡で観察され、液滴のネマチックディレクタ分子配列が、半径方向型のものであることを観察した。

例3

エポキシ樹脂およびアミン硬化化合物の当量を、重量測定して低分子量液晶とITOコーティングガラススライド上で1:1の比で組合わせた。全スライドを、115-120°Cで1.5-3分混合して加熱した。予熱したITOガラススライドを、それぞれのサンプル上に置き、サンプルを90°Cで48時間アニールした。

交流60Hz、85Vの電位の適用化、生成PDLcsは曇りのない広い視角を示した。

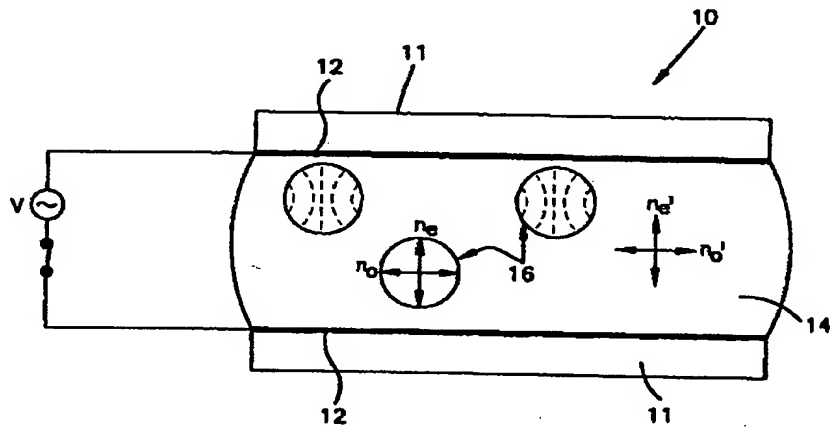
15

16

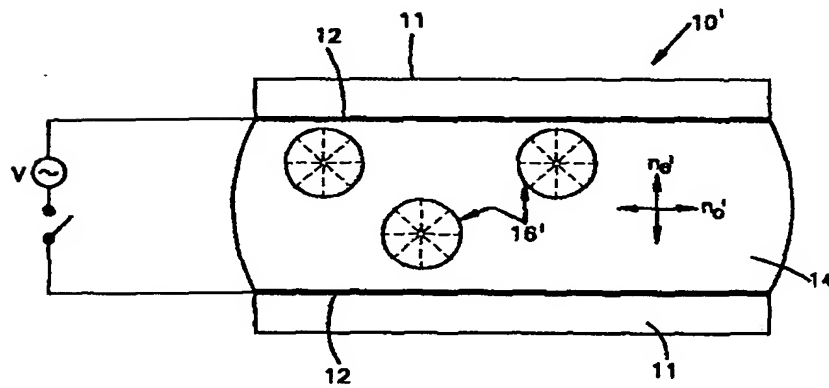
本発明の多くの改良法および変法は、前記開示の光の
それらの熟練された技術にとって明白であろう。従っ

＊て、添付された請求の範囲内で、本発明は、特に示さ
＊れ、記述された以外のものでも実行可能である。

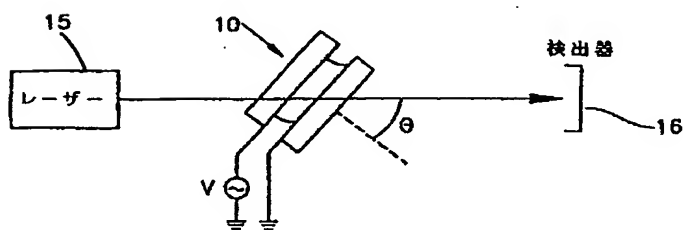
【第1A図】



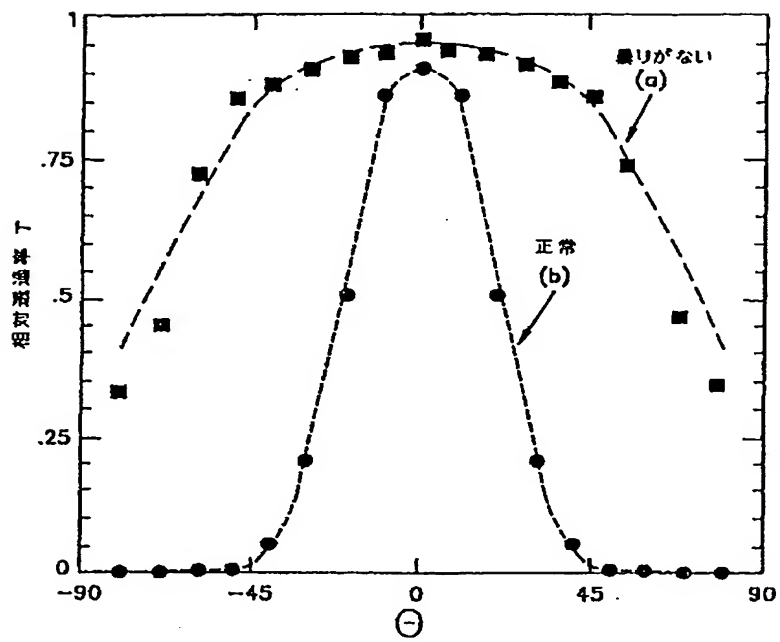
【第1B図】



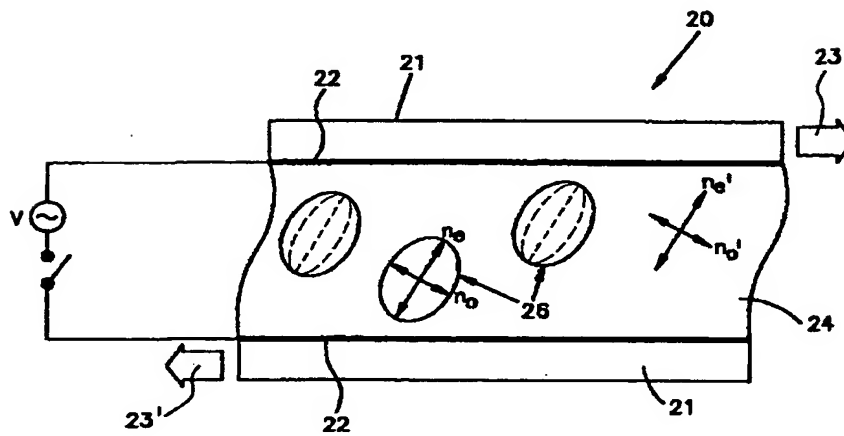
【第2図A】



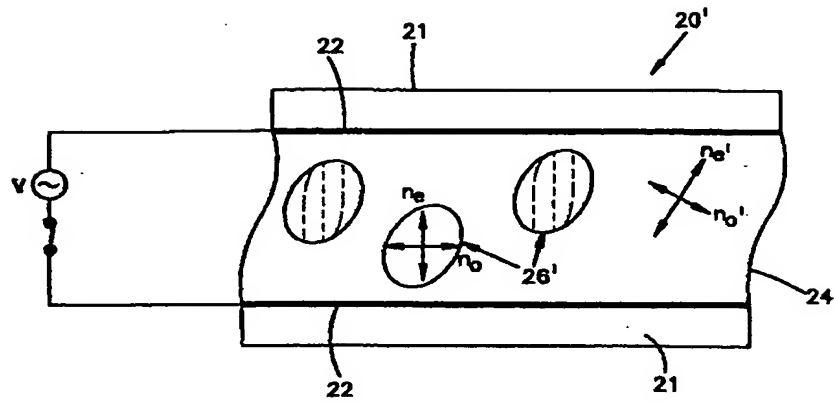
【第2図B】



【第3A図】



【第3B図】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 324,051
 (32)優先日 1989年3月20日
 (33)優先権主張国 米国(US)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, DB名)
 C09K 19/54